

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Api

Api adalah suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu: panas, udara dan bahan bakar yang menimbulkan atau menghasilkan panas dan cahaya. Api tidak terjadi begitu saja tetapi merupakan suatu proses kimiawi antara uap bahan bakar dengan oksigen dan bantuan panas. Teori ini dikenal dengan segitiga api (*fire triangle*). Menurut teori ini kebakaran terjadi karena adanya tiga faktor yang menjadi unsur api yaitu:

- Bahan bakar adalah semua benda yang dapat mendukung terjadinya pembakaran. Ada tiga wujud bahan bakar, yaitu padat, cair dan gas. Untuk benda padat dan cair dibutuhkan panas pendahuluan untuk mengubah seluruh atau sebagian darinya, ke bentuk gas agar dapat mendukung terjadinya pembakaran.
 - a. Benda Padat

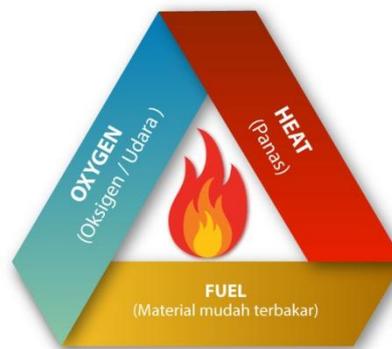
Bahan bakar padat yang terbakar akan meninggalkan sisa berupa abu atau arang setelah selesai terbakar. Contohnya: kayu, batu bara, plastik, gula, lemak, kertas, kulit dan lain-lainnya.
 - b. Benda Cair

Bahan bakar cair contohnya: bensin, cat, minyak tanah, pernis, *turpentine*, *lacquer*, alkohol, *olive oil*, dan lainnya.
 - c. Benda Gas

Bahan bakar gas contohnya: gas alam, asetilen, propan, karbon monoksida, butan, dan lain-lainnya.
- Sumber panas, diperlukan untuk mencapai suhu penyalaan sehingga dapat mendukung terjadinya kebakaran. Sumber panas antara lain: panas matahari, permukaan yang panas, nyala terbuka, gesekan, reaksi

kimia eksotermis, energi listrik, percikan api listrik, api las / potong, gas yang dikompresi

- Oksigen, terkandung dalam udara. Tanpa adanya udara atau oksigen, maka proses kebakaran tidak dapat terjadi. Dimana dibutuhkan paling sedikit sekitar 15% volume oksigen dalam udara agar terjadi pembakaran. Udara normal di dalam atmosfer kita mengandung 21% volume oksigen. Ada beberapa bahan bakar yang mempunyai cukup banyak kandungan oksigen yang dapat mendukung terjadinya pembakaran



Gambar 2.1 Segitiga Api (SABERINDO,2017)

Kebakaran dapat terjadi jika ketiga unsur api tersebut saling bereaksi satu dengan yang lainnya. Tanpa adanya salah satu unsur tersebut, api tidak dapat terjadi. Bahkan masih ada unsur keempat yang disebut reaksi berantai, karena tanpa adanya reaksi pembakaran maka api tidak akan menyala terus-menerus. Keempat unsur api ini sering disebut juga *Fire Tetra Hidran*. Pada proses penyalaan, api mengalami empat tahapan mulai dari tahap permulaan hingga menjadi besar, berikut penjelasannya:

1. *Incipien Stage* (Tahap Permulaan)

Pada tahap ini tidak terlihat adanya asap, lidah api atau panas, tetapi terbentuk partikel pembakaran dalam jumlah yang signifikan selama periode tertentu

2. *Smoldering Stage* (Tahap Membara)

Partikel pembakaran telah bertambah membentuk apa yang kita lihat sebagai “asap”. Masih belum ada nyala api atau panas yang signifikan.

3. *Flame Stage*

Tercapai titik nyala dan mulai terbentuk lidah api. Jumlah asap mulai berkurang sedangkan panas meningkat.

4. *Heat Stage*

Pada tahap ini terbentuk panas, lidah api, asap dan gas beracun dalam jumlah besar. Transisi dari *flame stage* ke *heat stage* biasanya sangat cepat seolah-olah menjadi satu dalam fase sendiri.

2.1.1 Proses Penjalaran Api

Kebakaran biasanya dimulai dari api yang kecil kemudian membesar dan menjalar ke daerah sekitarnya. Penjalaran api dapat melalui beberapa cara yaitu:

a. Konveksi

Yaitu penjalaran api melalui benda padat, misalnya merambat melalui besi, beton, kayu atau dinding. Jika terjadi kebakaran di suatu ruangan maka panas dapat merambat melalui dinding sehingga ruangan di sebelah akan mengalami pemanasan yang menyebabkan api dapat merambat dengan mudah

b. Konduksi

Api juga dapat menjalar melalui fluida, misalnya air, udara atau bahan cair lainnya. Suatu ruangan yang terbakar dapat menyebabkan panas melalui hembusan angin yang terbawa udara panas ke daerah sekitarnya.

c. Radiasi

Penjalaran panas lainnya melalui proses radiasi yaitu pancaran cahaya atau gelombang elektro magnetik yang dikeluarkan oleh nyala api. Dalam proses radiasi ini, terjadi proses perpindahan panas (*heat transfer*) dan member panas ke objek penerimanya. Faktor inilah yang sering menjadi penyebab penjalaran api dari suatu bangunan ke bangunan lain di sebelahnya.

2.1.2 Klasifikasi Api

Ada beberapa jenis kebakaran yang diklasifikasikan berdasarkan bahan penyebab kebakaran. Setiap alat pemadam api memiliki kriteria masing-masing yang dibuat khusus untuk penanganan jenis kebakaran tertentu.

1. Klasifikasi Kebakaran Kelas A

Klasifikasi kebakaran kelas A adalah kebakaran yang disebabkan oleh benda padat yang mudah terbakar seperti kayu, kain, kertas, atau plastik.

2. Klasifikasi Kebakaran Kelas B

Klasifikasi kebakaran kelas B adalah kebakaran yang disebabkan oleh benda cair atau gas yang mudah terbakar seperti bensin, cat, thinner, gas LPG, dan gas LNG.

3. Klasifikasi Kebakaran Kelas C

Klasifikasi kebakaran kelas C adalah kebakaran yang disebabkan oleh penggunaan komponen elektrik (listrik) seperti televisi, refrigerator, instalasi listrik, dan lain sebagainya.

4. Klasifikasi Kebakaran Kelas D

Klasifikasi kebakaran kelas D adalah kebakaran yang disebabkan oleh benda metal yang mudah terbakar seperti potassium, sodium, aluminium, dan magnesium.

2.1.3 Media Alat Pemadam Api

Pemilihan media alat pemadam api dapat disesuaikan dengan lokasi atau tempat yang ingin diproteksi agar lebih efektif. Berikut Media alat pemadam api untuk memadamkan klasifikasi kelas kebakaran yang sesuai dengan kelasnya:

1. Media Alat Pemadam Api Cair

Media alat pemadam api cair biasa digunakan untuk kebakaran kelas A dan B.

2. Media Alat Pemadam Api Powder

Media alat pemadam api dry powder atau dry chemical powder digunakan untuk mengatasi kebakaran kelas A, B, C, dan D.

3. Media Alat Pemadam Api CO₂ (Karbon Dioksida)

Media alat pemadam api CO₂ atau karbon dioksida (carbon dioxide) dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran kelas B dan C.

4. Media Alat Pemadam Api *Foam*

Media alat pemadam api *foam* dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran kelas A dan B.

2.2 *Fire Protection System*

Sistem *fire protection* digunakan untuk memonitor beberapa kondisi yang bisa terjadi di pesawat yaitu :

- Api
- Asap
- *Overheat*
- *Pneumatic Duct leak*

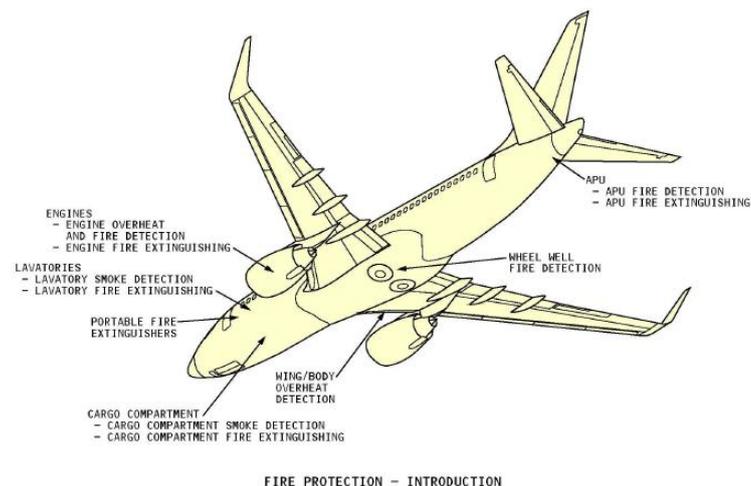
Pada sistem *fire protection* terdapat dua sistem yang saling berhubungan yaitu sistem *fire detection* dan *fire extinguishing*. *Fire detection system* di pesawat terdapat di beberapa tempat yaitu :

- *Engine overheat detection*
- *Engine fire detection*
- *APU fire detection*
- *Whell well fire detection*
- *Wing/body overheat detection*
- *Cargo compartment smoke detection*
- *Lavatory smoke detection*

Selain itu ada *fire extinguishing system* pesawat yang terdapat di :

- *Engine*
- APU

- *Lavatory*
- *Cargo compartment*
- *Portable fire extinguisher*



Gambar 2.2 *Fire Protection (Training Manual B737 NG Chapter 26)*

Sistem perlindungan kebakaran pada pesawat produksi saat ini tidak mengandalkan pengamatan oleh anggota kru sebagai metode utama deteksi kebakaran. Sistem detektor kebakaran ideal memiliki beberapa kelebihan yaitu :

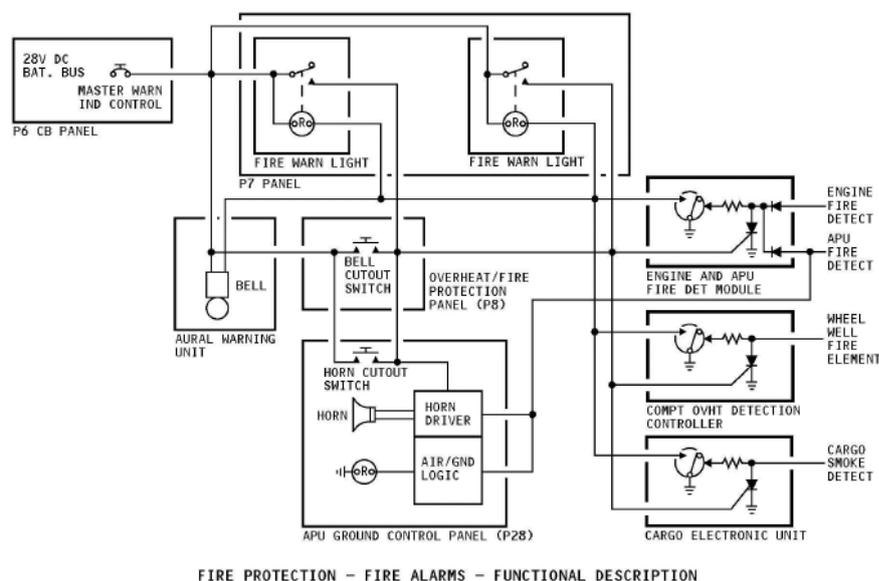
- Tidak ada peringatan palsu dalam penerbangan atau darat apa pun kondisi.
- Indikasi cepat kebakaran dan lokasi akurat api.
- Indikasi akurat bahwa api padam.
- Indikasi bahwa api telah dinyalakan kembali.
- Indikasi berkelanjutan untuk durasi kebakaran.
- Cara untuk menguji secara elektrik sistem detektor kokpit pesawat.
- Menahan kerusakan dari paparan minyak, air, getaran, suhu ekstrem, atau penanganan.
- Ringan dan mudah beradaptasi dengan pemasangan apa pun posisi.
- Sirkuit yang beroperasi langsung dari daya pesawat sistem tanpa *inverter*.
- Persyaratan arus listrik minimum saat tidak menunjukkan api.

- Cahaya kokpit yang menyala, menunjukkan lokasi api, dan dengan sistem alarm yang dapat didengar.
- Sistem detektor terpisah untuk setiap mesin.

2.2.1 Fire Alarm

Fire alarm disediakan untuk memberikan indikasi berupa *aural* dan *visual* ke *flight crew* jika terdapat indikasi api di beberapa sistem pesawat yaitu *engine 1*, *engine 2*, *APU*, *forward cargo compartment*, *aft cargo compartment*, dan *main wheel well*. Berikut ini merupakan *visual* dan *aural* indikasinya di pesawat berupa :

- 2 *Fire Warn light* berwarna merah di P7 panel di cockpit
- *Bell* sebagai peringatan berupa suara
- Lampu merah dan *bell* di kanan *main wheel well* (*alarm* jenis ini hanya jika *APU* yang mengalami kebakaran dan *bell* juga tidak akan terdengar jika saat kondisi *in flight*)



Gambar 2.3 *Fire Alarm* (*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

Dari gambar diatas bisa dilihat jika ada indikasi kebakaran di *engine* maka *engine fire detection module* akan menyediakan *ground*

untuk 2 lampu *FIRE WARN* dan *bell* untuk beroperasi. Hampir sama dengan *engine*, jika terjadi indikasi kebakaran di APU maka APU *fire detection module* akan menyediakan *ground* untuk 2 lampu *FIRE WARN* dan *bell* untuk beroperasi. *Module* tersebut juga akan menyediakan *power* untuk lampu merah dan *horn* untuk beroperasi pada P28 panel. Lalu jika terdapat indikasi kebakaran di *main wheel well* maka *compartment overheat detection controller* akan menyediakan *ground* untuk 2 lampu *FIRE WARN* dan *bell* untuk beroperasi. Selanjutnya jika terdapat indikasi asap di *aft* atau *forward cargo compartment* maka *cargo electronic unit* akan menyediakan *ground* untuk 2 lampu *FIRE WARN* dan *bell* untuk beroperasi.

2.2.2 Fire Detection System

Sistem deteksi kebakaran harus memberi sinyal keberadaan api. Unit sistem dipasang di lokasi di mana ada kemungkinan lebih besar dari api. Tiga tipe sistem detektor di penggunaan umum adalah saklar termal, termokopel, loop terus menerus dan ada juga flame detector.

- **Sistem Sakelar Termal**

Sejumlah detektor, atau perangkat penginderaan, tersedia. Banyak pesawat model lama yang masih beroperasi memiliki beberapa jenis sistem sakelar termal atau sistem termokopel. Sakelar termal ini adalah unit yang peka terhadap panas yang melengkapi rangkaian listrik pada suhu tertentu. Mereka terhubung secara paralel satu sama lain tetapi secara seri dengan indikator menyala. Jika suhu naik di atas nilai yang ditetapkan di salah satu bagian sirkuit, termal saklar ditutup, menyelesaikan sirkuit lampu untuk mengindikasikan kebakaran atau kondisi terlalu panas. Tidak ada jumlah saklar termal yang ditetapkan. Dibutuhkan angka pastinya biasanya ditentukan oleh pabrik pesawat terbang. Pada beberapa instalasi, semua termal detektor terhubung ke satu lampu di instalasi lain mungkin ada satu sakelar termal untuk setiap lampu indikator.

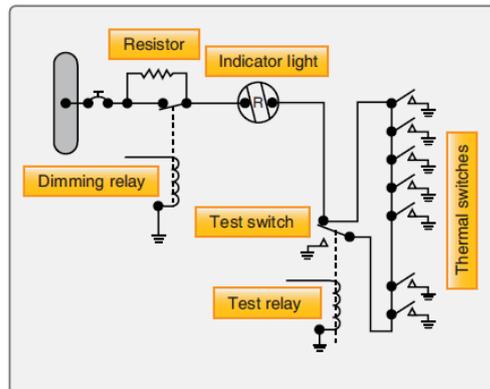


Figure 17-1. Thermal switch fire circuit.

Gambar 2.4 Thermal Switch Fire Circuit

(FAA Fire Protection System Chapter 26)

Beberapa *warning light* adalah lampu *push to test*. Lampu itu diuji dengan menekannya untuk memeriksa *auxiliary circuit*. Dengan posisi kontak *relay* seperti digambar bawah ini, ada dua kemungkinan jalur untuk aliran arus dari sakelar ke lampu. Ini adalah fitur keamanan tambahan. Memberikan energi pada *test relay* menghubungkan rangkaian seri dan memeriksa semua kabel dan lampu. Juga termasuk dalam rangkaian dimming relay yang ditunjukkan pada gambar di atas. Dengan memberi energi pada *dimmy relay*, rangkaian diubah untuk memasukkan resistor secara seri dengan cahaya. Di beberapa instalasi, beberapa rangkaian kabel melalui *dimming relay*, dan semua *warning light* mungkin redup pada waktu bersamaan.

- **Thermocouple**

Sistem peringatan api termokopel beroperasi pada sebuah prinsip yang sama sekali berbeda dari sistem saklar termal. Termokopel tergantung pada laju kenaikan suhu dan tidak memberi peringatan saat mesin perlahan-lahan kepanasan atau korsleting berkembang. Sistem terdiri dari kotak relay, lampu peringatan, dan termokopel. Sistem pengkabelan unit-unit ini dapat dibagi menjadi sirkuit berikut:

1. Sirkuit detektor

2. Sirkuit alarm

3. Tes sirkuit

Sirkuit ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 Kotak relay mengandung dua relay, relay sensitif dan *slave relay*, dan unit uji termal. Kotak semacam itu dapat berisi dari satu hingga satu delapan sirkuit identik, tergantung pada jumlah potensial zona api. Relay mengendalikan lampu peringatan. Pada gilirannya, termokopel mengontrol pengoperasian relay. Sirkuit terdiri dari beberapa termokopel secara seri satu sama lain dan dengan relay sensitif.

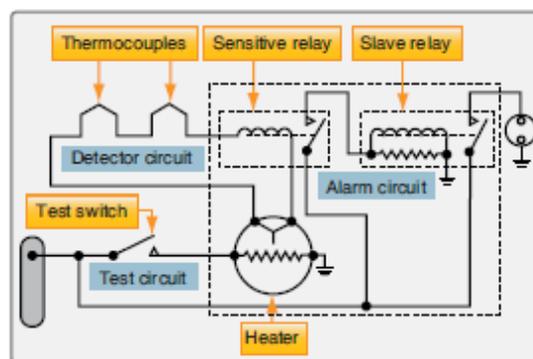


Figure 17-2. Thermocouple fire warning circuit.

Gambar 2.5 Thermocouple Fire Warning Circuit

(FAA Fire Protection System Chapter 26)

Termokopel dibangun dari dua logam yang berbeda, seperti *chromel* dan *constantan*. Titik di mana logam ini yang bergabung dan terkena panas api disebut sebuah *hot junction*. Ada juga *reference junction* terlampir dalam sebuah ruang udara hampa antara dua blok isolasi. Sangkar logam mengelilingi termokopel untuk memberikan perlindungan mekanis tanpa menghalangi pergerakan udara bebas ke *hot junction*. Jika suhu naik dengan cepat, termokopel menghasilkan tegangan karena perbedaan suhu antara *reference junction* dan *hot junction*. Jika keduanya persimpangan dipanaskan pada tingkat yang sama, tidak ada hasil tegangan. Di kompartemen mesin, ada kenaikan normal, bertahap suhu dari operasi mesin karena itu bertahap, kedua persimpangan panas pada

tingkat yang sama dan tidak ada sinyal peringatan diberikan. Namun, jika ada kebakaran, *hot junction* memanaskan lebih cepat dari *reference junction*. Tegangan berikutnya menyebabkan arus mengalir dalam rangkaian detektor.

- ***Continuous-Loop System***

Pesawat angkut hampir secara eksklusif menggunakan *continuous thermal sensing element* untuk perlindungan *powerplant* dan *wheel well*. Sistem ini menawarkan kinerja deteksi yang unggul dan memiliki ketahanan yang terbukti untuk pada mesin turbofan modern. *Continuous-loop system* atau sistem penginderaan memungkinkan lebih banyak cakupan lengkap area bahaya kebakaran daripada yang ada detektor suhu tipe tempat. Adapun sistem yang termasuk *continuous loop* ialah *system element*. Resistansi sensor bervariasi berbanding terbalik saat dipanaskan, dimana jika suhu sensor meningkat, daya tahannya menurun. Setiap sensor terdiri dari dua kabel yang tertanam dalam termistor dimana bahan yang terbungkus dalam tabung inconel dinding berat untuk kekuatan yang tinggi pada suhu tinggi. Konektor listrik di setiap ujung sensor terisolasi keramik. Sebuah tabung inconel diselubungi dalam tabung baja *stainless* berlubang dan didukung oleh *bushing asbes teflon* diresapi di interval. *Shroud* melindungi sensor dari kerusakan untuk getaran, abrasi terhadap struktur pesawat, dan kerusakan dari kegiatan pemeliharaan.

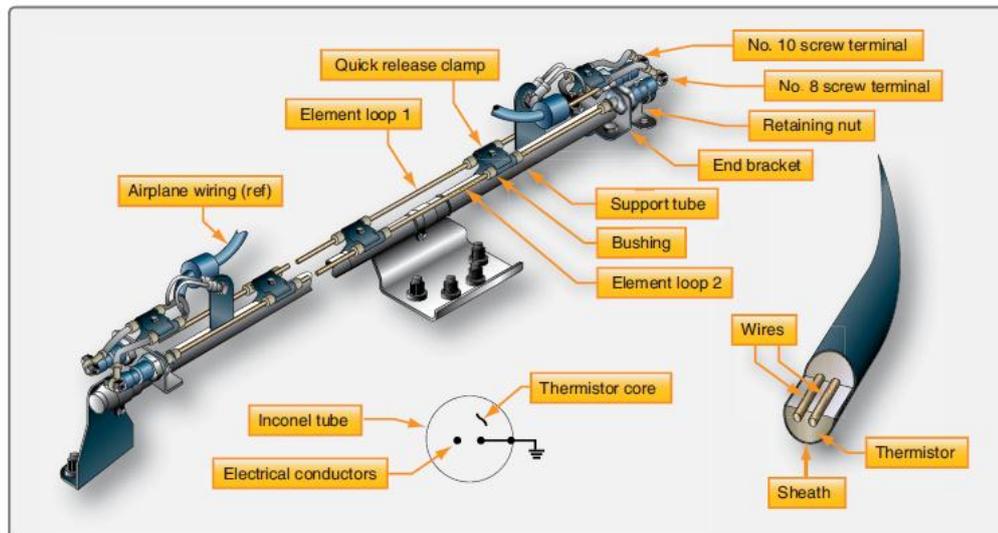


Figure 17-4. Kidde continuous-loop system.

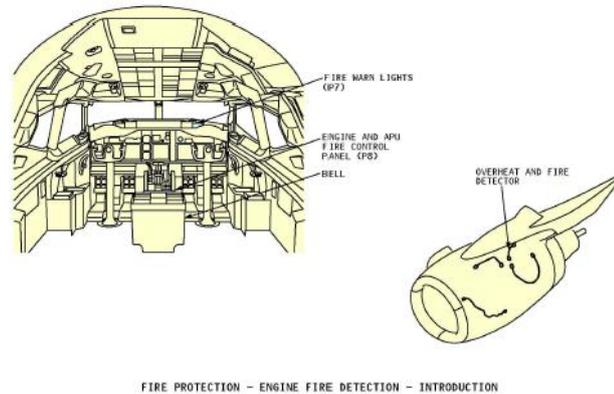
Gambar 2.6 Kidde Continous-Loop System

(FAA Fire Protection System Chapter 26)

Sinyal analog dari elemen sensor-termistor memungkinkan rangkaian kontrol diatur untuk memberikan dua kali respon dari loop elemen sensor yang sama. Yang pertama adalah peringatan kepanasan pada tingkat suhu tertentu dan yang kedua peringatan kebakaran yang menunjukkan kenaikan suhu contohnya pada *engine compartment* seperti yang disebabkan oleh kebocoran dari *hot bleed air* atau *combustion gas* ke *engine compartment*. Hal itu bisa menjadi peringatan dini kebakaran dan akan mengingatkan *flight crew* untuk melakukan tindakan yang sesuai untuk menurunkan suhu di *engine compartment*.

2.2.3 Engine Fire Detection System

Engine overheat dan *fire detection system* menggunakan detektor yang terdapat di *engine*. Detektor tersebut akan memantau kondisi *engine* jika terjadi *overheat* maupun kebakaran. Ketika sistem ini merasakan kondisi *overheat* maupun kebakaran maka *fire alarm indication* akan beroperasi di *flight compartment*.

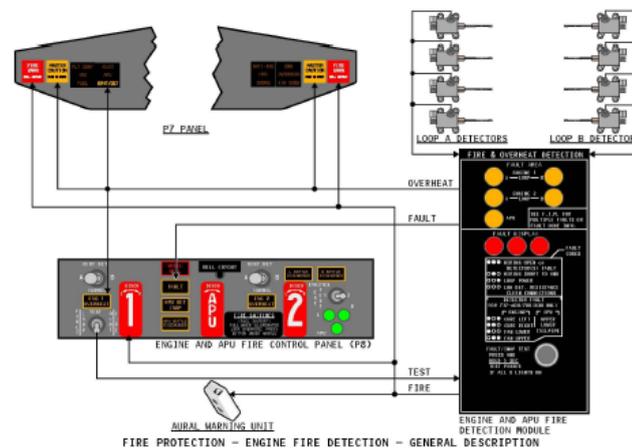


Gambar 2.7 *Engine Fire Detection* pada Pesawat B737 NG
(*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

Ada beberapa komponen yang digunakan untuk mendeteksi engine *overheat* maupun *fire* yaitu :

- *Engine overheat/fire detector* (loop A dan loop B)
- *Engine dan APU fire detection module*
- *Glareshield, P7 panel*
- *Aural warning unit*

Engine dan APU fire detection module membutuhkan inputan dari kedua loop yaitu loop A dan loop B untuk menyediakan sebuah *overheat* atau *fire signal* ke sistem indikator dan *aural warning unit*.



Gambar 2.8 Deskripsi *Engine Fire Detection* pada Pesawat B737 NG
(*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

Engine fire detector akan mendeteksi temperatur tinggi yang terjadi di area engine. Pada pesawat B737 NG di setiap *engine* terdapat 8 detektor. Detektor tersebut akan memonitor 4 bagian dari *engine*. Di setiap bagian dari *engine* tersebut dipasang 2 detektor. *Engine fire detectors* mempunyai beberapa komponen yaitu :

- *Overheat, fire, and fault pressure switch*
- Resistor
- *Terminal stud*
- Sebuah *stainless steel*, dan *gas charge tube*

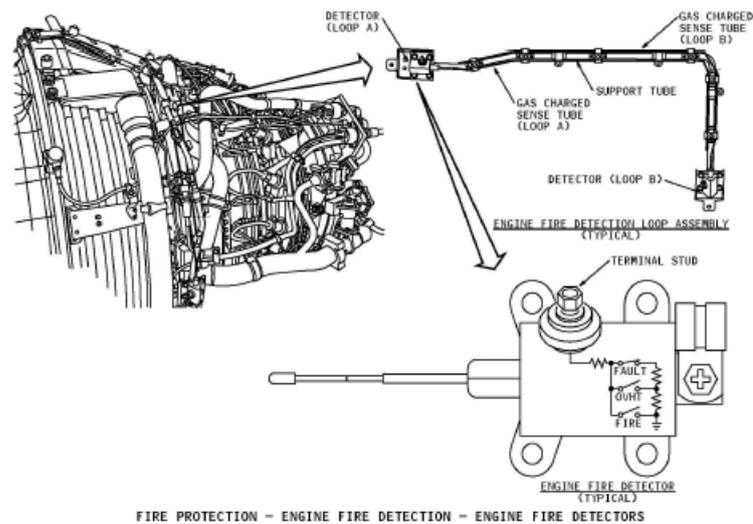
Adapun lokasi dari engine fire detectors yaitu :

- 2 detektor pada bagian *upper fan case*
- 2 detektor pada bagian *lower fan case*
- 2 detektor pada bagian *left core section*
- 2 detektor pada bagian *right core section*

Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan karakteristik dari *engine fire detector* :

Tabel 2.1 Karakteristik *Engine Fire Detector* pada Pesawat B737 NG
(*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

Lokasi Detektor	<i>Overheat</i>	<i>Fire</i>
<i>Upper Fan Case</i>	345°F (174°C)	580°F (304°C)
<i>Lower Fan Case</i>	345°F (174°C)	580°F (304°C)
<i>Left Core Section</i>	650°F (343°C)	850°F (454°C)
<i>Right Core Section</i>	650°F (343°C)	850°F (454°C)

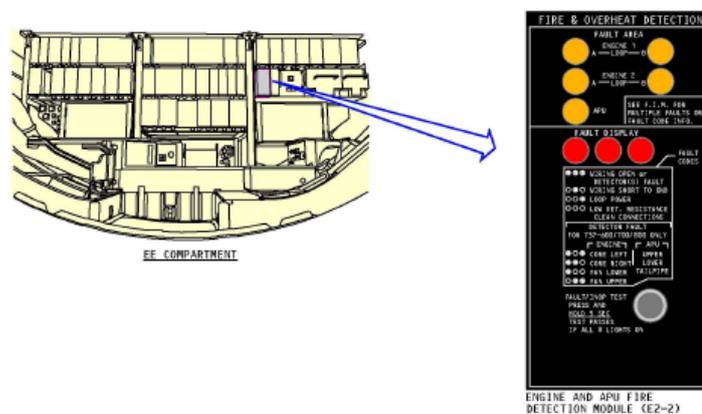


Gambar 2.9 *Engine Fire Detector* pada Pesawat B737 NG
(*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

Rangkaian kontrol untuk *engine overheat* dan *fire* maupun *APU fire detection* berada di dalam sebuah *module* yang terdapat di *electronic equipment compartment* (E2-2). Pada panel di depan module ini terdapat beberapa komponen yaitu :

- *ENGINE 1 LOOP A amber fault light*
- *ENGINE 1 LOOP B amber fault light*
- *ENGINE 2 LOOP A amber fault light*
- *ENGINE 2 LOOP B amber fault light*
- *APU amber fault light*
- 3 buah lampu *Fault display* yang berwarna merah
- *FAULT/INOP test switch*

Selama kondisi normal semua lampu yang ada di panel depan tersebut tidak menyala, namun ketika terjadi kondisi error, maka lampu yang berhubungan dengan area yang error tersebut akan menyala.

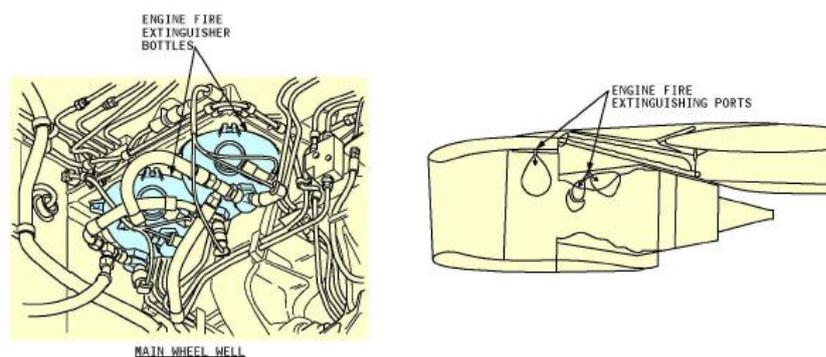


FIRE PROTECTION – ENGINE FIRE DETECTION – ENGINE AND APU FIRE DETECTION MODULE

Gambar 2.10 *Engine and APU Fire Detection Module*
(Training Manual B737 NG Chapter 26)

2.2.4 Engine Fire Extinguishing System

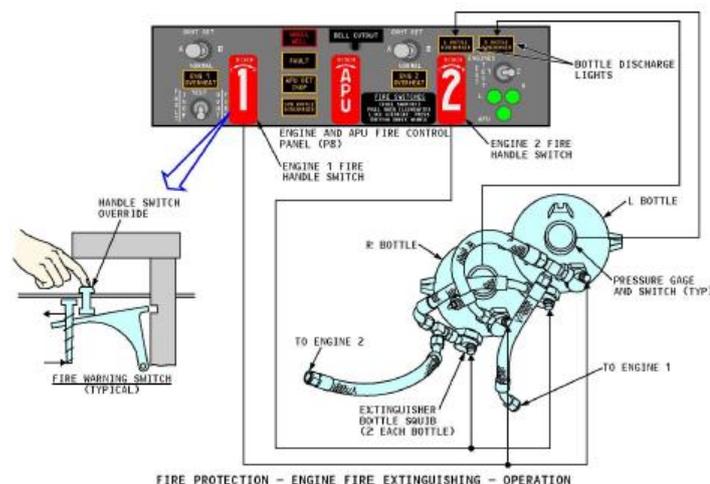
Sistem *engine fire extinguishing* pada pesawat digunakan untuk memadamkan api yang terjadi di *engine compartment*. Pada sistem ini digunakan 2 *fire extinguisher bottle* yang berisi halon dan nitrogen untuk memadamkan kebakaran yang terjadi di kedua *engine compartment* pesawat. *Fire extinguisher bottle* terletak di sudut kiri atas dari *main wheel well*.



Gambar 2.11 Posisi *Engine Fire Extinguisher Bottle*
(Training Manual B737 NG Chapter 26)

Pada *engine* dan *APU fire control panel* terdapat *fire handle switch* untuk *engine 1*, *engine 2*, dan *APU*. Ketika *flight crew* memutar *engine 1 fire*

handle switch searah jarum maka *extinguisher bottle squib 1* di *R bottle* akan beroperasi. Hal ini akan membuka *seal* dan mengirimkan halon dari *R bottle* ke *engine 1*. Jika yang diputar *fire handle switch engine* yang sama tetapi arah putarnya berlawanan jarum jam maka *extinguisher bottle squib 1* di *L bottle* akan beroperasi. Hal ini akan membuka *seal* dan mengirimkan halon dari *L bottle* ke *engine 1*. Ketika *engine fire extinguisher bottle* kosong maka *amber bottle discharge* pada *engine* dan *APU fire control panel* akan menyala. Sistem pada *engine 2 fire extinguishing* beroperasi sama seperti *engine 1*. Hanya saja pada *engine 2*, *extinguisher bottle squib 2* pada *R* dan *L bottle* yang akan beroperasi.

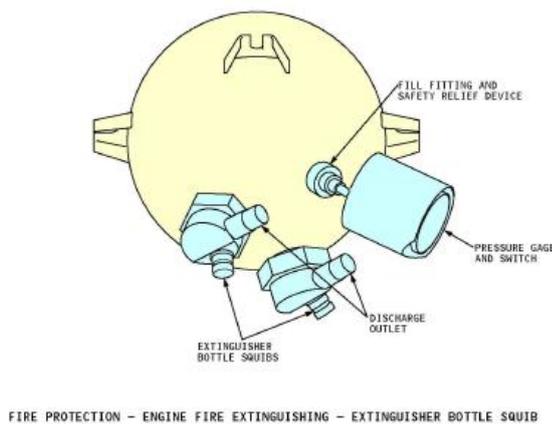


Gambar 2.12 Engine Fire Extinguishing Operation
(Training Manual B737 NG Chapter 26)

Engine fire extinguisher bottle berbentuk bulat. Setiap botolnya berisi halon dan nitrogen yang berada pada tekanan 800 psi dan temperatur 70F (21°C). Adapun komponen di setiap engine fire extinguisher bottle yaitu :

- *Pressure gage and switch*
- *Safety relief port*
- *2 electrical connections*
- *2 discharge ports with squibs.*

Setiap botol mempunyai 2 *discharge assemblies (squibs)* yang dikoneksikan ke *discharge tubing*. Dimana *discharge tubing* dan *check valve* akan mengirimkan *extinguisher agent* ke engine 1 dan 2 dari setiap botol. Squib beroperasi secara electrical menggunakan 28 V , jika fire handle switch di hidupkan maka tekanan nitrogen pada botol akan menekan halon melewati disharge port untuk keluar. Jika temperatur pada botol di atas 266F (130°C) maka safety relief port akan pecah dan melepaskan halon ke wheel well. Dan ketika tekanan engine fire extinguisher kurang dari 250 psi maka botol discharged amber light akan menyala.



Gambar 2.13 *Engine Fire Extinguisher Bottle*

(*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

2.3 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan yang merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakurasian (+/-0.5°C) dan dengan resolusi 9 – 12-bit. Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor suhu yang unik. Apabila terdapat banyak sensor yang disusun secara paralel data dari keluaran setiap sensor tersebut dapat dibaca hanya dengan menggunakan 1 kabel data atau (*oneWire*) saja.



Gambar 2.14 Sensor Suhu DS18B20 (Pakpahan Feri, 2018)

Dikarenakan praktis dalam penggunaannya yaitu langsung dihubungkan dengan *power supply* dan *output* 1 pin ke *mikrokontroler* tanpa harus repot untuk memberikan *resistor pull-up*. Kegunaan dari resistor yaitu sebagai '*pullup*' dari jalur data, dan dapat membantu memastikan proses transfer data tetap berjalan stabil dan baik.

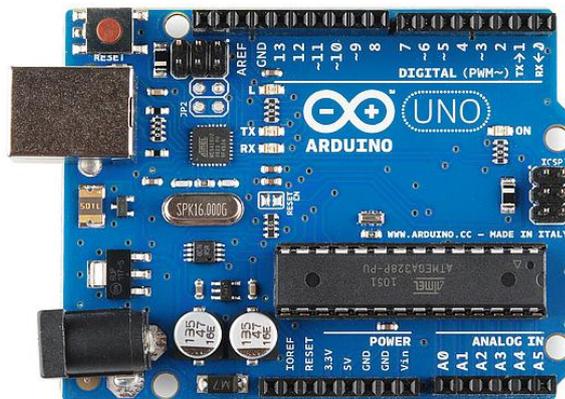
Adapun spesifikasi dari sensor ini :

1. *Interface* menggunakan *1-wire* sebagai komunikasi data
2. Terdapat pengenal unik 64 bit pada setiap sensor
3. Dapat mengukur suhu dari *range* -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$
4. Keakurasian sensor yaitu $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
5. Resolusi sensor yaitu 9 – 12 bit
6. Juga bisa diumpankan daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V
7. Dapat mengkonversi data suhu 12-bit (*digital word*) hanya membutuhkan waktu 750 ms
8. Mempunyai konfigurasi alarm yang dapat disetting.
9. Pengaplikasiannya yaitu pada sistem industri, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

2.4 Arduino UNO

Arduino adalah sebuah kit elektronik *open source* yang dirancang khusus untuk memudahkan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan bermacam-macam sensor dan pengendali.

Arduino UNO merupakan sebuah *board mikrokontroler* yang dikontrol penuh oleh ATmega328. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah, Arduino UNO mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *mikrokontroler*, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah *adaptor AC ke DC* atau menggunakan baterai untuk memulainya.

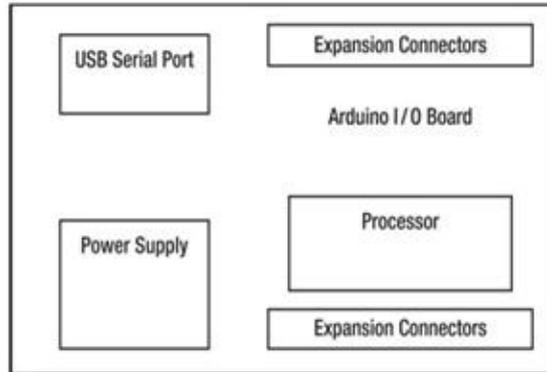


Gambar 2.15 Arduino Uno (Ahyadi Zayan,2016)

2.4.1 Skematik Arduino

Skematik arduino *board* yang telah disederhanakan seperti pada gambar 2.12 merupakan sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino *board* untuk menambah kemampuan dari arduino *board*. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam Arduino bukan bahasa *assembler* yang relatif sulit, melainkan bahasa pemrograman mirip dengan bahasa

pemrograman C++ yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka Arduino.



Gambar 2.16 Diagram Skematik Arduino Uno (Ahyadi Zayan, 2016)

Adapun spesifikasi data teknis yang terdapat pada board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler: ATmega328
- Tegangan Operasi: 5V
- Tegangan *Input (recommended)*: 7 - 12 V
- Tegangan *Input (limit)*: 6-20 V
- Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin *Analog input*: 6 input pin 21
- Arus DC per pin I/O: 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V: 150 mA
- *Flash Memory*: 32 KB dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- *Clock Speed*: 16 Mhz

2.4.2 Daya

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke *adaptor-DC* atau baterai. *Adaptor* ini dapat dihubungkan

dengan menancapkan *plug jack* pusat-positif ukuran 2.1mm konektor *POWER*. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor *POWER*.

Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board* Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, *regulator* tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Uno. Pin listrik adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.
- GND. *Ground* pin.

2.5 Buzzer

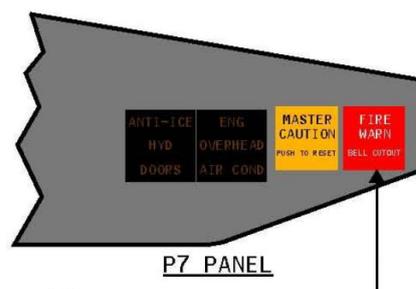
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

2.6 Lampu Indikator

Lampu indikator dalam perangkat elektronika biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Misalnya pada

sebuah komputer, terdapat lampu LED power dan LED indikator untuk processor, atau dalam monitor terdapat juga lampu LED power dan power saving. Lampu LED terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dalam tegangan listrik. Terdapat berbagai macam warna dan bentuk dari lampu indikator, tergantung dari kebutuhan dan fungsinya.

Jadi dapat disimpulkan bahwa, lampu-lampu indikator merupakan komponen yang digunakan sebagai lampu tanda. Lampu-lampu tersebut digunakan untuk berbagai macam keperluan misalnya untuk lampu indikator bekerjanya suatu sistem kontrol. Pada sistem indikator di pesawat terdapat salah satu lampu indikator yaitu *fire warning light* dan *master caution light* dimana lampu ini akan menyala jika terdeteksi ada kebakaran di *engine compartment*.



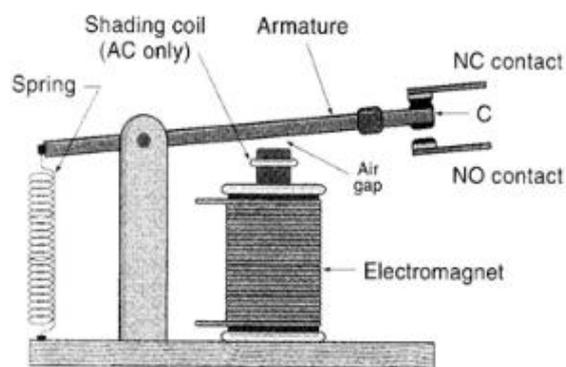
Gambar 2.17 P7 Panel (*Training Manual B737 NG Chapter 26*)

2.7 Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/Switch). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan logic function atau fungsi logika.
3. Memberikan time delay function atau fungsi penundaan waktu.
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari korsleting atau kelebihan tegangan.

Sebuah relay terdapat 4 bagian penting yaitu *electromagnet (coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (saklar) dan *spring*. Untuk lebih jelasnya silahkan lihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.18 Struktur Sederhana Relay (Wicaksono Handy, 2019)

Kontak point relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi *close* (tertutup).
2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi *open* (terbuka).

2.8 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau *display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu

jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang.

Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikaldepan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisanreflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yangtelah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Bentuk fisik dari LCD ditunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.19 LCD 20x4 (Elektronika Dasar, 2019)

Konfigurasi pin LCD

- Pin 1 (Vss) sebagai jalur power supply ground (GND)
- Pin 2 (Vcc) sebagai jalur power supply positif (+5V)
- Pin 3 (Vee) merupakan kontrol kontras LCD
- Pin 4 (RS) jalur instruksi pemilihan data atau perintah
- Pin 5 (R/W) merupakan jalur instruksi read / write pada LCD
- Pin 6 (E) jalur kontrol enable LCD
- Pin7 – pin 14 (DB0 – DB7) adalah jalur data kontrol dan data karakter untuk LCD .